

Ökonomische und ökologische Aspekte des Sensoreinsatzes im Pflanzenschutz

Die ungleichmäßige Verbreitung von Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen auf Ackerschlägen ist ein bekanntes und untersuchtes Phänomen. Als Reaktion darauf wurde die teilflächenspezifische Applikation von Pflanzenschutzmitteln entwickelt. Zur teilflächenspezifischen Applikation werden Sensoren benötigt. Diese ermöglichen die Ermittlung der entsprechenden Schadbilder auf dem Feld. Die Einsparpotenziale an Pflanzenschutzmitteln variieren. In eigenen Versuchen konnten bei Herbiziden bis zu 40 % Mitteleinsparung und bei Fungiziden bis zu 25 % erreicht werden. Die Kosten für die Sensoren sind noch unbekannt. Die monetäre Quantifizierung der ökologischen Effekte ist schwierig.

Dia. Jürgen Schwarz ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Agrartechnik Bornim (ATB), Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam; e-mail: jschwarz@atb-potsdam.de
 Prof. Dr. sc. agr. Ralf Schlauderer ist Professor für Angewandtes Agrarmanagement an der FH Weihenstephan, D-91746 Weidenbach; e-mail: ralf.schlauderer@fh-weihenstephan.de

Schlüsselwörter

Sensoren, Teilflächenspezifische Bewirtschaftung, Ökonomie, Ökologie

Keywords

Sensors, site-specific farming, economy, ecology

Literatur

Literaturhinweise sind unter LT 04508 über Internet <http://www.landwirtschaftsverlag.com/landtech/localliteratur.htm> abrufbar.

Die Ausprägung der räumlichen und zeitlichen Verteilung von Unkräutern, Krankheiten und Schädlingen auf einzelnen Ackerschlägen gestaltet sich sehr unterschiedlich [1] und zwar sowohl von Jahr zu Jahr als auch von Applikationstermin zu Applikationstermin. In der Vergangenheit wurde aufgrund fehlender technischer Möglichkeiten und aus resultierenden betriebswirtschaftlichen Gründen bei Überschreiten einer Schadschwelle [2] der Ackerschlag einheitlich mit Pflanzenschutzmitteln behandelt. Mit der Entwicklung der teilflächenspezifischen Bewirtschaftung stehen nun neue technische Möglichkeiten zur Verfügung, die auch im Bereich des Pflanzenschutzes ein präziseres Vorgehen ermöglichen. Als Reaktion auf die vorhandene Heterogenität können Teilbereiche des Schlages mit der angepassten Dosis des Pflanzenschutzmittels behandelt werden. Stärker befallene Stellen erhalten eine höhere, schwächer befallene Stellen eine niedrigere Dosis. Dazu ist es allerdings nötig, diese Stellen sicher zu identifizieren. Eine Bonitur dieser Stellen von Hand kommt aus Zeit- und Kostengründen nicht in Frage.

Die technische Lösung des Problems stellen Sensoren dar. Diese messen direkt während der Fahrt die unterschiedliche Verteilung der gesuchten Merkmale, zum Beispiel Unkräuter und zeitgleich wird die Applikation durchgeführt. Die zweite Möglichkeit ist die Bestimmung der Heterogenität im Vorfeld, anschließend wird dann eine Applikationskarte generiert. Der erste Ansatz wird als Echtzeitbetrieb, der zweite Ansatz als Mapping oder Kartenansatz bezeichnet.

Vor dem Hintergrund angedachter Pflanzenschutzmittel-Reduktionsprogramme [3] gewinnen Sensoren für die teilflächenspezifische Behandlung besonders an Bedeutung.

Sensoren im Pflanzenschutz

Für die Bereiche Schädlinge, Unkräuter und Krankheiten ist die Entwicklungs- und Anwendungsreife der Sensoren sehr unterschiedlich.

Bei der teilflächenspezifischen Applikation von Herbiziden zur Unkrautbekämpfung ist die sensortechnische Erkennung von Unkräutern schon weit fortgeschritten [4]. Die Verfahren der sensortechnischen Unkrautererkennung unterscheiden sich in der Genauigkeit der Erfassung und der Komplexität der Technik. Die wichtigsten Verfahren sind die spektrale Analyse und die Bildverarbeitung.

Die sichere Erkennung von Krankheiten, etwa pilzlicher Befall, ist von einer Praxisreife noch weit entfernt.

Ein anderer Ansatz ist ein Verfahren, welches nicht den direkten Nachweis der Krankheit zum Ziel hat, sondern den Bedarf der Ausbringungsmengen am Pflanzenbestand ausrichtet [5]. Dabei wird davon ausgegangen, dass die Fungizidausbringung entsprechend der ermittelten Bestandesdichte variiert werden kann, bei schwachen Beständen in einer niedrigeren Dosis, bei starken Beständen in einer höheren Dosis. Ziel ist eine gleichmäßige Fungizidkonzentration auf der Pflanzeneroberfläche.

Wichtig ist für alle sensortechnischen Ansätze eine ausreichend sichere Identifizierung der Merkmale, etwa Unkräuter im Keimblattstadium. Ebenso eine ausreichende Schnelligkeit der Ermittlung, wenn die Sensoren während der Fahrt eingesetzt werden sollen. Hierbei müssen durchschnittliche Geschwindigkeiten bei der Pflanzenschutzmittelapplikation von etwa 10 km/h gewährleistet sein.

Tab. 1: *Einsparungen an Herbiziden und Fungiziden auf Praxisschlägen*

Table 1: *Herbicide and fungicide savings on fields*

Jahr	Ort	Fruchtart	Pflanzenschutzmittel	Einsparung %	Einsparung /ha
2000	Ostrau	WW	Fungizide	16,1	9,74
2001	Seefeld	WW	Fungizide	25,0	7,46
2000	Seefeld	WW	Fungizide	7,0	2,63
2002	Seefeld	WW	Fungizide	8,7	2,59
2001	Ostrau	WW	Herbizide	12,7	5,15
2002	Baasdorf	Erbsen	Herbizide	30,0	14,56
2002	Dabrun	Erbsen	Herbizide	40,9	27,56

Ökonomische Aspekte

Aus ökonomischer Sicht werden die Vorteile der Verfahren über Leistung-Kostenanalysen ermittelt. Das Ziel des Einsatzes von Sensoren im Pflanzenschutz ist damit ein möglichst gutes Leistungs-Kostenverhältnis.

Maschinen- und Arbeitskosten

Die grundlegenden Maschinenkosten und die Arbeitskosten bleiben bei dem Einsatz im Echtzeitbetrieb unverändert, wenn davon ausgegangen wird, dass die gleiche Maschinenausrüstung eingesetzt werden kann und die Arbeitsgeschwindigkeit ebenfalls gleich bleibt. Bei der Sensorvariante sind zusätzlich die Vollkosten für die Sensoren und die teilflächenspezifische Steuerung der Spritzen zu berücksichtigen. Zum jetzigen Zeitpunkt sind die Kosten für die Sensoren nur schwer abschätzbar, da es sich bei den Sensoren um Prototypen handelt.

Bei eigenen Versuchen zur Fungizidausbringung wurde mit dem CROP-Meter als Sensor gearbeitet. Dieser kostet in der Anschaffung rund 5000 €. Das CROP-Meter kann neben Pflanzenschutzmittelapplikationen auch für die Düngung eingesetzt werden, so dass eine exakte Zumessung der Kosten für den Bereich Pflanzenschutz schwierig ist.

Für die teilflächenspezifische Steuerung der Pflanzenschutzmittelspritze wurde bei den Versuchen mit einem Düsengetriebe gearbeitet, welches eine stärkere Differenzierung der Ausbringungsmenge erlaubt. Der Preis eines solchen Düsengetriebes beläuft sich auf etwa 25000 €. Bei einem Einsatzumfang von 1200 ha/a bedeutet dies Vollkosten in Höhe von etwa 2,6 €/ha. Zusätzlich ist ein Bordcomputer erforderlich, der aber auch für andere Einsatzzwecke eingesetzt wird und als vorhanden angenommen wird. Es wird davon ausgegangen, dass Betriebe Pflanzenschutzspritzen mit Jobrechner verwenden werden und somit keine zusätzlichen Kosten anzurechnen sind.

Kosten durch Umweltschäden

Die Kosten für Umweltschäden werden betriebswirtschaftlich nicht wirksam. Es han-

delt sich dabei um sogenannte „externe Kosten“, die volkswirtschaftlich relevant sind. Diese Kosten entstehen durch die Reinigung von Trinkwasser, Schäden in Ökosystemen und ähnliches. Da diese Kosten von den spezifischen Einzelsituationen abhängen, schwierig zu bestimmen und für die betriebswirtschaftliche Entscheidung derzeit nicht relevant sind, werden sie im Folgenden nicht berücksichtigt.

Kosten für Pflanzenschutzmittel

Das Hauptaugenmerk richtet sich deshalb auf die Ersparnis an Pflanzenschutzmitteln. Die Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes wird durch die bedarfsgerechte Behandlung der mit Schädlingen, Unkräutern oder Krankheiten befallenen Teilflächen erreicht. Die erzielbaren Einsparpotenziale an Pflanzenschutzmitteln hängen von unterschiedlichen Faktoren wie etwa dem Befallsdruck ab.

Die Einsparpotenziale sind für die Bekämpfung von Unkräutern am umfassendsten erforscht. Je nach Einsatzbedingung wurden Einsparpotenziale bei Herbiziden von bis zu 70 % publiziert [6]. Diese sehr hohen Einsparungen konnten in eigenen Versuchen nicht bestätigt werden, da die Herbizidmenge nie unter 50% der Standardaufwandmenge abgesenkt wurde. Eigene Versuche zeigten Herbizideinsparpotenziale in Erbsen und Winterweizen von bis zu 40 %. In monetären Größen erreichten die Einspareffekte an Herbiziden durchschnittlich 15,8 € und maximal 28 € je ha. Zieht man von den durchschnittlichen Einsparungen die zusätzlichen Kosten für das Düsengetriebe ab, so verbleiben durchschnittlich 13,2 €/ha für die Vollkosten des Sensors.

In eigenen Versuchen zu Einsparmöglichkeiten an Fungiziden wurden in Winterweizen bis zu 25 % ermittelt. Bei den Fungiziden waren im Vergleich zu den Herbiziden die Einspareffekte weniger groß, in monetären Größen wurden hier durchschnittlich 5,60 € und maximal 10 € je ha eingespart. Zieht man von den durchschnittlichen Einsparungen die zusätzlichen Kosten für das Düsengetriebe ab, so verbleiben maximal 7,4 €/ha für die Vollkosten des Sensors.

Ökologische Aspekte

Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln hat aus ökologischer Sicht sehr sensibel zu erfolgen. In der Vergangenheit wurden bereits umfangreiche Weiterentwicklungen der Pflanzenschutzmittel und Einsatztechnik sowie eine Reduzierung der Ausbringungsmenge vorgenommen. Trotzdem ist eine weitere Reduzierung der Ausbringungsmenge sowie der Nachweis des gezielten und effizienten Einsatzes gesellschaftlich erwünscht. Für gezielte Ergebnisse zur Auswaschung (Oberflächenwasser) sind standortspezifische Untersuchungen notwendig. Auf einer allgemeineren Ebene können jedoch Hinweise zur Auswirkung eines reduzierten, teilflächenspezifischen Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf ausgewählte Umweltwirkungskategorien gegeben werden. Hierzu wird die Prozesskettenanalyse verwendet.

Bei der verwendeten Prozesskettenanalyse werden die mit der Erzeugung und dem Vertrieb von Bioziden korrelierten umweltrelevanten Daten verwendet [7] und für ausgewählte Umweltwirkungskategorien dargestellt. Die Daten basieren auf in eigenen Versuchen gefundenen Werten und stellen den Mittelwert und die Standardabweichung der gefundenen Einsparungen dar. Im Folgenden werden die Einsparungen am Primärenergieverbrauch, dem Treibhauseffekt, dem Versauerungseffekt sowie dem Überdüngungseffekt dargestellt.

Durch den Einsatz von Sensoren kann der Landwirt auch an weitergehende Informationen zu seinen Anbauflächen gelangen. Diese Informationen können helfen, dass in weiteren Arbeitsgängen Betriebsmittel zielgerichtet eingesetzt werden und das Management besser auf die Erfordernisse und Möglichkeiten ausgerichtet wird.

Diskussion

Die teilflächenspezifische Bewirtschaftung erlaubt eine deutliche Verbesserung für den Einsatz und die Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln. Voraussetzung dafür ist die Möglichkeit Sensoren einzusetzen. Die in der Praxis gefundenen Einsparpotenziale an Pflanzenschutzmitteln lassen erkennen, dass für sensortechnische Lösungen ein begrenzter monetärer Rahmen zur Verfügung steht, wobei sich beim Fungizideinsatz leichte Vorteile abzeichnen.

Aus ökologischen Gesichtspunkten zeigen sich die Vorteile der Reduktion des Pflanzenschutzmitteleinsatzes unter anderem in den unterschiedlichen Umweltwirkungskategorien. Da umweltrelevante Faktoren aber betriebswirtschaftlich nicht wirksam werden, haben diese ökologischen Vorteile keine betriebswirtschaftlichen Auswirkungen.

Tab. 2: Auswirkung reduzierten Pflanzenschutzmittelaufwands auf ausgewählte Umweltwirkungskategorien

	Primärenergie GJ/ha	CO ₂ -Äquivalente kg/ha	SO ₂ -Äquivalente kg/ha	PO ₄ ³⁻ -Äquivalente kg/ha
Herbizide				
Mittelwert	0,268	21,035	0,011	0,084
Standardabweichung	0,180	14,135	0,008	0,057
Fungizide				
Mittelwert	0,162	0,053	4,190	0,002
Standardabweichung	0,097	0,032	2,513	0,001

Table 2: Results of reduced pesticide input on selected environmental parameters